

Gleiciellen Fernandes da Silva  
Natália Ferreira Sol  
Nívea Maria Gonçalves

**INTERVENÇÕES CINESIOTERÁPICAS NO TRATAMENTO DO PACIENTE  
COM O PÉ DIABÉTICO:**

revisão da literatura e análise da qualidade dos estudos encontrados

**Belo Horizonte  
2016**

Gleiciellen Fernandes da Silva  
Natália Ferreira Sol  
Nívea Maria Gonçalves

**INTERVENÇÕES CINESIOTERÁPICAS NO TRATAMENTO DO PACIENTE  
COM O PÉ DIABÉTICO:**

revisão da literatura e análise da qualidade dos estudos encontrados

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Fisioterapia da  
Universidade Federal de Minas Gerais como  
requisito parcial para obtenção de  
Graduação.

Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Ligia de Lóiola Cisneros

Co-orientadora: Dr<sup>a</sup>. Carla Jorge Machado

**Belo Horizonte**

**2016**

## RESUMO

A cinesioterapia tem papel importante no auxílio do tratamento de pacientes diabéticos. Uma das complicações da diabetes mellitus, o pé diabético, pode causar distúrbios no equilíbrio e na marcha, além de formação de úlcera plantar e aumento da incidência de quedas. A cinesioterapia atua com intervenções para prevenir as complicações e reabilitar estes indivíduos, visando melhorar a qualidade de vida. Este trabalho teve como objetivo revisar a literatura e analisar a qualidade dos estudos que utilizaram a cinesioterapia como intervenção no tratamento do pé diabético. Para isso, foi realizada uma busca eletrônica nas seguintes bases de dados: Scielo, BVS, PEDro, LILACS e MedLine entre 2004 a 2015. A busca foi realizada com os seguintes descritores, utilizados de modo conjunto por meio da expressão **%pé diabético+, %fisioterapia+, %cinesioterapia+e %exercício+**, em português. Os termos correspondentes em inglês foram, unidos pelo descritor **%AND+: %diabetic foot+, %physiotherapy+, %kinesiotherapy+e %exercise+**. Entre os critérios de inclusão, os estudos deveriam ser de intervenção, controlados e randomizados e ter utilizado a cinesioterapia como único recurso fisioterapêutico. Para a análise da qualidade metodológica dos estudos foi utilizada a Escala de PEDro. Após a busca, dos 274 estudos inicialmente encontrados, foram selecionados nove, os quais foram considerados de boa qualidade metodológica. Houve evidência de concordância entre alguns autores de que, as intervenções cinesioterápicas apresentaram ganhos significativos em relação à força, mobilidade articular, marcha e equilíbrio. Assim, os estudos da presente revisão indicam que a cinesioterapia é eficaz.

**Palavras-chave:** Modalidades de fisioterapia. Diabetes Mellitus. Pé diabético. Neuropatias diabéticas.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODO.....</b>	<b>4</b>
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1. Intervenções cinesioterápicas.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1.1. Treino de marcha e equilíbrio.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1.2. Exercícios de fortalecimento, alongamento e treinamento funcional.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1.3. Exercícios para ganho de amplitude articular.....</b>	<b>21</b>
<b>4. DISCUSSÃO.....</b>	<b>23</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>28</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Diabetes Mellitus (DM) é considerado um problema de saúde pública, devido ao elevado custo social e econômico<sup>1</sup>. Estima-se que a população mundial com diabetes representa cerca de 382 milhões de pessoas e deverá alcançar 471 milhões em 2035, devido ao envelhecimento crescente, à obesidade, ao estilo de vida sedentário e as modificações nos padrões dietéticos. Os países em desenvolvimento, como o Brasil, abrangem cerca de 80% dos indivíduos com DM. O Brasil é o quarto colocado entre os 10 primeiros países com maior número de indivíduos com diabetes mellitus, com 14,3 milhões de pessoas, havendo previsão de aumento para 23,3 milhões de pessoas em 2040<sup>2</sup>. Eriksson *et al.* indicam que é possível o DM ser prevenido e/ou adiado através de mudanças no estilo de vida<sup>3</sup>.

O DM é considerado um distúrbio metabólico multifatorial, que se caracteriza por hiperglicemia crônica resultante de problemas e/ou utilização de insulina. Pode ser classificado em: DM tipo 1, de etiologia autoimune ou idiopática e DM tipo 2, causado por comprometimento na secreção e ação da insulina<sup>4</sup>. Sua predominância, em especial o do tipo 2, está crescendo de forma rápida, sendo mais encontrado nas faixas etárias avançadas, em face do aumento da expectativa de vida<sup>5</sup>.

Em longo prazo, indivíduos com DM apresentam como complicações crônicas: as alterações na microcirculação, originando retinopatia e nefropatia; na macrocirculação, levando à cardiopatia isquêmica, doença cerebrovascular, doença vascular periférica e neuropatias (Strong *et al.*, 2005; SBD, 2009). Além disso, nos casos em que o DM não está sendo bem controlado, ocorre o desenvolvimento de complicações incapacitantes, como a cegueira, a insuficiência renal e, principalmente, o pé diabético<sup>6</sup>.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define o pé diabético como a presença de uma infecção, ulceração e/ou destruição dos tecidos profundos dos pés relacionados a anormalidades neurológicas e a vários graus de doença vascular periférica nos membros inferiores<sup>7</sup>.

O pé diabético é uma das complicações incapacitantes do diabetes mal controlado, sendo resultante das alterações neurológicas periféricas e anatômicas<sup>6,8,9</sup> e se caracteriza pela presença de pelo menos uma das seguintes alterações: neurológicas, ortopédicas, vasculares e infecciosas, que podem ocorrer no pé do indivíduo com o diabetes (CAIAFA *et al.*, 2011).

A neuropatia diabética periférica é uma disfunção dos nervos periféricos em indivíduos diabéticos, ocorrendo comprometimento das fibras sensitivas, motoras e autonômicas<sup>10</sup>. Com a disfunção das fibras sensitivas, ocorre a perda da sensibilidade dolorosa, da percepção da pressão, da temperatura e também perda da propriocepção<sup>11</sup>. Quando a neuropatia diabética está associada ao comprometimento motor, tem como consequência um efeito cumulativo de alterações na fibra grossa do nervo, com perda da capacidade proprioceptiva, do movimento da articulação e do feedback da percepção de posição pelos receptores dos pés e da fraqueza muscular<sup>12</sup>.

Os sintomas que caracterizam a neuropatia diabética periférica incluem dormência, dores em queimação, pontadas, parestesias, bem como a perda da sensibilidade térmica e dolorosa nos membros inferiores<sup>13</sup>. De maneira clínica, as deformidades neuropáticas observadas são: dedos em martelo ou em garra, metatarsos proeminentes e arco longitudinal medial do pé acentuado, ocasionando um aumento da pressão plantar (PP). O aumento da PP é uma causa importante para úlceras no pé diabético apenas quando associada à neuropatia diabética<sup>14</sup>. Sendo assim, o aumento da PP é considerado uma complicação mutilante da diabetes<sup>15</sup>, referido como a principal causa de amputações não traumáticas de membros inferiores<sup>16</sup>.

Pacientes diabéticos com neuropatia periférica devido ao comprometimento sensorial e motor podem apresentar déficits de equilíbrio<sup>17,18</sup> e alterações nas características da marcha<sup>12,19</sup>, tais como: menor comprimento da passada, diminuição da cadência e menor velocidade de marcha<sup>20,21</sup>. No acometimento da fibra motora, outros sintomas referidos são fraqueza, instabilidade e quedas<sup>22</sup>.

As quedas são outro fator de grande importância, pois em adultos com idade avançada e com diabetes, o risco de queda torna-se uma grande preocupação<sup>23,24</sup>. Alguns dos fatores que predispõem o risco a quedas podem ser generalizados para a população idosa, como: declínios no equilíbrio,

alterações músculo-esqueléticas e déficits na marcha<sup>25. 29</sup>. Entretanto, outros fatores são específicos do processo da doença como: neuropatia, retinopatia e o pobre controle glicêmico<sup>30. 32</sup>. A combinação desses fatores aumenta o risco de quedas no idoso com diabetes quando comparado a um adulto de mesma idade<sup>33</sup>.

O pé diabético é retratado como um problema expressivo no âmbito econômico, principalmente se houver evolução para uma amputação, resultando em uma internação e reabilitação prolongada. O tratamento das úlceras e as amputações geram um alto custo socioeconômico. Dessa forma, os cuidados preventivos com o pé diabético são apontados como de baixo custo, representando vantagem em relação aos gastos<sup>7,34</sup>.

Foi demonstrado no estudo de Gomes *et al.* que o tratamento fisioterapêutico atenuou os efeitos da sintomatologia da neuropatia periférica em diabéticos, durante o período de intervenção, com exercícios de cinesioterapia. O tratamento fisioterápico foi eficaz na melhora dos sintomas de dormência, formigamento e queimação causados pelo distúrbio sensorial, com ganhos na amplitude de movimento e na função muscular prevenindo, assim, complicações causadas pelo desvio da função nos membros inferiores e na redução dos gastos com a doença<sup>35</sup>.

Devido ao dano motor, sensorial e funcional causado por esta doença, a atuação da fisioterapia torna-se muito importante, a fim de proporcionar um melhor tratamento para estes pacientes, contribuindo para a prevenção e recuperação das alterações físicas e sensoriais (SACCO, 2007).

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi revisar a literatura e analisar a qualidade dos estudos que tiveram como intervenção a cinesioterapia para pacientes com o pé diabético, expondo as principais características e resultados destes trabalhos, possibilitando uma análise crítica e distinção das intervenções mais relevantes.

## 2 MATERIAL E MÉTODO

Foram pesquisados artigos científicos que utilizaram como intervenção a cinesioterapia no tratamento de indivíduos com o pé diabético.

Na estratégia de busca, a revisão da literatura foi realizada através de uma busca eletrônica de artigos indexados nas seguintes bases de dados: Scielo, BVS, PEDro, LILACS e MedLine. Conforme mencionado, foram incluídos os artigos publicados no período de 2004 a 2015. A busca foi realizada com os seguintes descritores, utilizados de modo conjunto por meio da expressão `%E+ %pé diabético+, %fisioterapia+, %cinesioterapia+e %exercício+`, em português. Os termos correspondentes em inglês foram unidos pelo descritor `%AND+ %diabetic foot+, %physiotherapy+, %kinesiotherapy+e %exercise+`.

Para identificação dos estudos publicados foram utilizados critérios que são descritos na sequência, tanto de inclusão, quanto de exclusão, visando atender aos objetivos do trabalho. Para inclusão os critérios foram: I) ensaios clínicos aleatorizados e não aleatorizados; II) referências que tiveram como objetivo intervenções cinesioterápicas no pé diabético; III) que especificaram os critérios de inclusão utilizados (tais como tipos de participantes, intervenções e medidas de desfecho); IV) cuja população-alvo fosse de adultos; V) ano de publicação entre 2004 e 2015 (busca dos últimos 12 anos completos); VI) idioma de publicação em língua inglesa ou portuguesa.

Foram excluídos os estudos (critérios de exclusão) com as seguintes características: I) que não usaram a cinesioterapia como forma de tratamento; II) que utilizaram a cinesioterapia concomitante à medicação; III) que recrutaram indivíduos com úlcera plantar.

Realizou-se uma primeira avaliação, tendo por base os títulos e o resumo dos artigos e rejeitaram-se aqueles que não preencheram os critérios de inclusão ou apresentaram algum dos critérios de exclusão.

Os estudos foram selecionados por três avaliadores independentes a partir da busca nas bases de dados, e, posteriormente, foi realizada a leitura prévia dos resumos e as discordâncias entre eles foram resolvidas mediante discussão e consenso<sup>36</sup>.

A metodologia dos estudos selecionados foi avaliada pela Escala de PEDro, que tem como objetivo verificar a qualidade dos estudos controlados

aleatorizados na base PEDro. A escala foi desenvolvida pela Physiotherapy Evidence Database para ser empregada em estudos experimentais e tem uma pontuação total de até 10 pontos, incluindo critérios de avaliação de validade interna e apresentação da análise estatística empregada. Para cada item definido na escala, um ponto (1) é atribuído à presença de indicadores da qualidade da evidência apresentada, e pontuação igual a zero (0) é atribuída à ausência desses indicadores. Os estudos considerados de boa qualidade metodológica, possuem nota maior ou igual 5 na Escala de PEDro (nota $\geq$ 5). A Escala é composta pelos seguintes itens: 1) especificação dos critérios de inclusão (item não pontuado); 2) alocação aleatória; 3) sigilo na alocação; 4) similaridade dos grupos na fase inicial ou basal; 5) mascaramento dos sujeitos; 6) mascaramento do terapeuta; 7) mascaramento do avaliador; 8) medida de pelo menos um desfecho primário em 85% dos sujeitos alocados; 9) análise da intenção de tratar; 10) comparação entre grupos de pelo menos um desfecho primário e 11) relato de medidas de variabilidade e estimativa dos parâmetros de pelo menos uma variável primária<sup>37,38</sup>.

O percentual de concordância e o índice de Kappa foi utilizado para avaliar o nível de concordância entre os revisores, medido pelo percentual de concordância entre cada par de revisores, em relação à pontuação dos artigos pela Escala de PEDro.

Na verificação da concordância além do acaso entre as categorias propostas para cada escore total e pontuação dos itens, geral e por artigo, calculou-se o Kappa com ponderação linear (comparação entre avaliadores no que tange aos itens da escala e escore total); e com ponderação quadrática para a comparação do escore geral, visto que essa é uma variável ordinal. Na interpretação dos valores de Kappa obtidos foi adotada a classificação de Landis e Koch<sup>39</sup>e, com base nesta classificação, valores inferiores a 0,40 foram considerados baixos. Foi ainda calculada a estatística Kappa para os três avaliadores conjuntamente<sup>40</sup>.

Considerando que a Escala de PEDro apresenta níveis moderados de confiabilidade entre avaliadores, outra medida foi calculada (para os itens, o escore . estratificando por artigo) utilizando a estatística alfa de Cronbach. Esta estatística é utilizada para verificar a existência de consistência interna

entre os avaliadores que respondem a um mesmo questionário ou escala. O Valor mínimo aceitável para esta estatística foi 0,7<sup>41</sup>.

Foram considerados resultados estatisticamente significativos, nas análises de concordância além do acaso e de confiabilidade, nível de significância inferior a 5%.

### **3 RESULTADOS**

Na busca realizada para o período de 2004 a 2015, foram encontrados 274 estudos na base de dados Scielo, dos quais apenas 2 alcançaram todos os critérios de inclusão na base de dados BVS, foram encontrados 380 artigos, sendo apenas 1 selecionado. Na base de dados PEDro foram encontrados 97 estudos e apenas 2 artigos foram selecionados; na base de dados LiLacs foram identificados 265 artigos, sendo apenas 1 elegível; e, finalmente, na base de dados MedLine, foram encontrados 395 estudos, sendo 3 artigos selecionados. As características dos 9 artigos selecionados quanto às intervenções fisioterapêuticas no paciente com o pé diabético, os desfechos e os resultados dos estudos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características dos estudos selecionados.

Autor	Ano	Local	Amostra	Objetivo	Intervenção	Resultado	Tópicos de discussão
<b>Gomes <i>et al.</i></b>	2006	Brasil	GD (Grupo Diabético): 10 participantes, diabéticos neuropatas tipo 2. Média de idade: 57,8 anos. GC (Grupo Controle): 10 participantes, não diabéticos, sem qualquer acometimento neurológico, vascular ou musculoesquelético. Ambos os grupos continham homens e mulheres. Média de idade 54,2 anos. A avaliação da neuropatia diabética pelo questionário elaborado por Feldman <i>et al.</i> apresentou mediana de pontuação para o GC de 1, o GD-pré 7,5 e o GD-pós 6.	Elaborar e aplicar um tratamento fisioterapêutico para diabéticos neuropatas e comparar suas respostas sensoriais, motoras e funcionais, pré e pós-intervenção, com um grupo de sujeitos não-diabéticos assintomáticos.	GD: tratamento individual aplicado 2 vezes na semana, por 45 min., durante 5 semanas. Realizados alongamentos, exercícios resistidos, treino de atividades de vida diária e orientações. GC: não recebeu tratamento.	Comparando o GD pós-tratamento com o GC, verificou-se que a amplitude ativa de dorsiflexão e eversão do tornozelo igualou-se à do GC, com melhora significativa da extensão e inversão do pé; o GD alcançou funções musculares semelhantes às do GC. Mostrou-se eficaz também na atenuação dos sintomas de dormência e queimação.	A terapia realizada pode ter promovido uma melhor circulação nas extremidades dos MMII, permitindo melhora na condução nervosa, atenuando a sintomatologia nos pacientes diabéticos durante o período de intervenção. Os exercícios podem ter proporcionado maior recrutamento muscular durante o período de tratamento.
<b>L. Allet <i>et al.</i></b>	2009	Suíça	GI e GC: 35 e 36 participantes respectivamente os grupos. De ambos os sexos. Todos com diabetes tipo 2. A neuropatia foi avaliada com base num limiar de percepção de vibração nº com um diapasão.	Avaliar o efeito de um programa de treinamento específico, baseado em programas bem-sucedidos de prevenção de quedas para os idosos, sobre a	A intervenção foi aplicada durante 12 semanas, 2 vezes por semana em 60 minutos, e consistia de aquecimento de 5 minutos, circuito por 40 minutos que era composto por tarefas em que a	No GC as variáveis dos pacientes deterioraram-se progressivamente. O GI aumentou sua velocidade de caminhada habitual, equilíbrio dinâmico, força muscular, mobilidade articular e	Os participantes do GI perderam parcialmente o seu benefício do tratamento nos 6 meses de seguimento. A avaliação pós-intervenção não mostrou diferença

			marcha e equilíbrio dos pacientes diabéticos.	complexidade aumentava e encerradas por jogos interativos por 10 minutos. O grupo intervenção não recebeu tratamento.	escore do teste POMA.	entre os grupos para o resultado primário CVGCT. O aumento da força de quadril e tornozelo, bem como a mobilidade do tornozelo pode explicar o progresso na velocidade da marcha.	
<b>L. Allet et al.</b>	2010	Geneva	GI e GC: 35 e 36 participantes, sendo homens e mulheres. Média de idade: Homens: 63 Mulheres: 64. Homens: 3,2 Mulheres: 3,3. Grau de Neuropatia (teste com diapasão): Homens: 3,2 Mulheres: 3,3.	Avaliar o efeito dos programas bem-sucedidos de prevenção de quedas para os idosos, com parâmetros da marcha do paciente diabético durante a caminhada em ambientes desafiadores.	O GI realizou aquecimento, treinamento em circuito, exercício de marcha, equilíbrio, jogos interativos e sugestões de exercícios para casa. Realizado 2 vezes por semana, durante 60 minutos em 12 semanas. O GC não recebeu tratamento.	Pacientes do GI aumentaram sua velocidade de marcha, cadência, diminuíram seu tempo de apoio e tempo de ciclo da marcha em paralelepípedos. O comprimento da passada tendeu a aumentar após a intervenção, sem significância estatística. Nenhuma diferença significativa foi observada no coeficiente de variação do tempo do ciclo da marcha.	Nenhuma diferença significativa foi observada no coeficiente de variação do tempo do ciclo de marcha devido a vários fatores, incluindo falta de poder estatístico. Talvez, o valor de referência era demasiado baixo para permitir espaço para melhorias.
<b>Robin L. et al.</b>	2010	EUA	GI: 41 participantes, média de idade 66,3. GC: 38 participantes, média de idade 64,8. Indivíduos com DM tipo 1	Analisar o efeito do exercício com descarga de peso na ulceração do pé em pessoas com	A intervenção foi dividida em 2 partes. 1º parte (1 a 3 meses): exercícios	Houve um pequeno aumento na quantidade de tempo em que os participantes do GI	Limitação: o estudo foi desenhado para detectar diferenças na atividade física e em relação às

			e 2, ambos com polineuropatia diabética. Ausência de sensibilidade em pelo menos 1 ponto de 10 locais em cada pé; e perda da sensibilidade vibratória.	DM+PN: efeito dos exercícios de força dos MMI, equilíbrio e incidência de quedas foram determinados.	de fortalecimento de membros inferiores e de equilíbrio, caminhada auto monitorada e chamada telefônica motivacional. 2º parte (4 a 12 meses): chamada telefônica motivacional. O GC recebeu instruções de autocuidado com o diabetes e não receberam assistência motivacional pela chamada telefônica.	poderiam estar em equilíbrio sobre uma perna com os olhos fechados, aos 12 meses de intervenção. Nenhuma outra medição de força ou equilíbrio diferiu entre os grupos. Não houve diferença significativa entre os grupos em relação as quedas.	quedas. A intensidade da intervenção era insuficiente para melhorar a força e o equilíbrio nesta população.
<b>Ulhoa et al.</b>	2011	Brasil	GDMF (Grupo Diabetes Mellitus fisioterapia) e GDM (Grupo Diabetes Mellitus): em cada grupo havia 15 participantes, 9 do sexo feminino e 6 do sexo masculino. Média de idade GDMF: 68,15. Média de idade GDM: 63,6. Participantes com 26,7% de risco neuropático. GC (Grupo controle): 15 participantes, 10 do sexo feminino e 5 do sexo masculino. Média de	Comparar a limitação da mobilidade articular, além de verificar a relação da mobilidade articular com a idade, o tempo de DM, a presença do sinal da prece (SP), o risco neuropático (RN) e se há interferência do tratamento fisioterapêutico na mobilidade articular	Três grupos: GC, Grupo DM, que possui DM mas não realiza tratamento fisioterapêutico e GDMF que possui DM e realiza tratamento fisioterapêutico por meio de alongamentos e exercícios leves realizados com auxílio de bastões e halteres. Não consta detalhes do tempo e	A média das ADMs nos grupos foram GC > GDMF > GDM, ( $p < 0,05$ ), Flexão de punho direito não apresentou significância. Observou-se a influência da fisioterapia (DMF > DM), significativa no movimento de extensão do punho. O SP (Sinal da prece) e o RN (Risco neuropático) não são	Para avaliar o risco neuropático foi utilizado o monofilamento de 10g e considerado risco quando o paciente não conseguia identificar pelo menos um dos dois pontos testados.

			idade: 68,7. Sem risco neuropático.	entre os indivíduos diabéticos.	das sessões.	os únicos determinantes da limitação articular, pois 100% dos indivíduos avaliados apresentaram limitação pelo menos em alguma das articulações testadas.	
<b>Mueller et al.</b>	2013	EUA	A amostra continha 15 participantes no grupo de exercício com descarga de peso e, 14 participantes no grupo de exercício sem descarga de peso. Ambos os grupos continham homens e mulheres. A idade dos participantes variava entre 63,3 e 65 anos.	Determinar o efeito de um programa de exercício com descarga de peso em comparação com um programa de exercício sem descarga de peso, sobre as medidas de resultados primários da distância caminhada de 6 minutos (TC6) e contagem de passos diários (passos/d) em pacientes com DM e neuropatia periférica.	O grupo com descarga de peso realizou os exercícios na posição de pé, usando o peso do corpo como resistência para os exercícios aeróbicos. O grupo sem descarga de peso realizou os exercícios na posição sentada ou deitada para o exercício aeróbico. Com a frequência de 3 vezes por semana em 12 semanas.	Os resultados deste estudo indicam a capacidade dessa população com doenças crônicas em aumentar a distância do teste de caminhada de 6 minutos (TC6) e a contagem de passos diários com um programa de exercícios com descarga de peso em comparação a um programa de exercícios sem descarga de peso.	O grupo sem suporte de peso mostrou maiores melhorias nos valores de hemoglobina A1c comparados com aqueles do grupo com suporte de peso. Alguns pacientes do grupo sem descarga de peso tiveram sua parte de atividade aeróbica modificada devido ao relato de dor.
<b>Quigley et al.</b>	2014	EUA	Grupo Tai Chi (GTC): 34 participantes, 29 femininos e 5 masculinos. Média de idade: 68,4. NP: 16. Grupo Treino	O objetivo do estudo era melhorar a adaptação ao envelhecimento e	O GTC e o GTFE realizaram 10 semanas, 1 hora por semana, sendo 10 minutos de	Houve melhora nos valores de comprimento de passo e apoio unipodal no GTC. No	Sintomas compatíveis com DSP (relatórios de simétrica, dormência nos membros distal

			<p>Funcional e Equilíbrio (GTFE): 34 participantes, 30 femininos e 4 masculinos. Média de idade: 67,6. NP: 16. GC: 31 participantes. Sexo: 25 femininos e 6 masculinos. Média de idade: 67,5. NP: 14, 6. O grau de neuropatia foi feito pela tabela Michigan em que maior que 13 é uma neuropatia moderada.</p>	<p>qualidade de vida em indivíduos com polineuropatia simétrica distal.</p>	<p>aquecimento e 45 minutos de exercício supervisionado. 34 pacientes no grupo focado em equilíbrio funcional incluindo fortalecimento muscular, coordenação e múltiplas tarefas, um grupo com 34 pacientes que praticaram Tai Chi, e outro grupo com 33 pacientes que realizaram controle por ações educativas.</p>	<p>GTFE houve aumento significativo do pico de potência de flexão plantar do tornozelo, tendência de aumento do pico de impulsão anterior e posterior e da força de reação ao solo. No grupo GTFE também houve tendência a redução da variabilidade de largura do passo.</p>	<p>ou sensação alterada). Os pacientes foram atendidos em 1 sessão semanal durante 10 semanas e recebiam uma cartilha. Uma combinação de TC e GFBT pode ser a intervenção ideal devido às melhorias informadas.</p>
<b>Tom Melai et al.</b>	2014	Holanda	<p>GI:40 masculinos e 8 femininos. Média de idade: 68,4. A maioria tinha neuropatia moderada. GC: 36 masculinos e 10 femininos. Média de idade: 65,2. A maioria tinha neuropatia moderada.</p>	<p>O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos do treinamento de força em membros inferiores em pressões plantares na Neuropatia Periférica (NP).</p>	<p>O GI realizou sessões em grupo durante 24 semanas em 3 dias por semana com 10 min. de aquecimento, 25 min. de treino de força e equilíbrio e 30 min. de caminhada. As 12 primeiras semanas o foco era nos músculos flexores dorsais e plantares. As outras 12 semanas envolvia o</p>	<p>O GI aumentou o comprimento do passo e tempo da passada durante o protocolo de velocidade imposta à marcha; também obteve melhora na força máxima de flexão plantar.</p>	<p>O programa de exercício não alterou os padrões de pressão plantar. Os autores explicam que não se observou um efeito do grupo intervenção, devido a uma grande variabilidade entre participantes. Uma limitação do estudo foi o grande número de desistência entre os participantes. Portanto, os riscos de ulceração em</p>

					treinamento de todo membro inferior (força e controle motor). O GC não recebeu qualquer intervenção.		pacientes com NP parecem aumentar ao longo do tempo.
<b>Sartor et al.</b>	2014	Brasil	GI: 26 participantes, ambos os sexos. Média de idade: 59 anos. GC: 29 participantes, ambos os sexos. Média de idade: 60 anos. Os participantes deveriam ter pontuação superior a 2 de um máximo de 13 pontos no Michigan Neuropathy Screening Instrument questionário (MNSI), indicando a presença de pelo menos dois sintomas DPN.	Investigar os efeitos de fortalecimento, alongamento e treinamento funcional no processo de rolamento do pé durante a marcha.	O GI realizou sessões fisioterapêuticas durante 12 semanas em 2 dias por semana, durante 40-60 minutos por sessão. A sessão foi dividida em quatro blocos de exercícios. O GC não recebeu intervenção fisioterapêutica mas continuaram recebendo o tratamento médico, farmacológico e instruções sobre os pés de acordo com Bakker <i>et al.</i>	A velocidade da marcha não foi estatisticamente diferente entre os grupos. No GI não ocorreram alterações significativas na distribuição da pressão plantar após 12 semanas. Em comparação com a linha de base da pesquisa, foi observado aumento significativo na função muscular no flexor curto dos dedos, interósseos, tibial anterior e tríceps sural no GI.	Os resultados sugerem que a intervenção fisioterápica em pacientes com moderada PND tornou o rolamento do pé mais fisiológico, com melhoria na distribuição da pressão dinâmica, no momento de extensão do tornozelo e um melhor estado funcional do pé e tornozelo. Os exercícios propostos são fáceis de realizar em casa sem supervisão.

GD: Grupo Diabético; GC: Grupo Controle; GD pé: Grupo diabético pré- intervenção; GD pós: Grupo diabético pós- intervenção; MMII: Membros inferiores; POMA: Performance-oriented mobility assessment; GVGCT: coeficiente de variação do tempo do ciclo da marcha; DM: Diabetes Mellitus; GDMF: Grupo diabetes mellitus em tratamento fisioterapêutico; GDM: Grupo diabetes mellitus; SP: Sinal da Prece; RN: Risco Neuropático; ADM: Amplitude de Movimento; TC6: Teste de Caminhada de 6 minutos; GTC: Grupo Tai Chi; NP: neuropatia periférica; GTFE: grupo treinamento funcional e equilíbrio; GTFE: Grupo Treino Funcional e Equilíbrio; GI: Grupo intervenção; PND: Polineuropatia diabética.

Quanto à avaliação da qualidade metodológica, a maioria dos artigos, apresentaram escores iguais ou superiores 5 na Escala de PEDro, sendo considerados, portanto, de alta qualidade (Tabela 2).

**Tabela 2.** Pontuação dos artigos segundo sua qualidade metodológica pela Escala de PEDro.

<b>Estudo</b>	<b>Avaliador 1</b>	<b>Avaliador 2</b>	<b>Avaliador 3</b>
Gomes <i>et al.</i> , 2006	5	5	5
L. Allet <i>et al.</i> , 2009	8	8	9
L. Allet <i>et al.</i> , 2010	8	8	9
Robin L. <i>et al.</i> , 2010	9	8	8
Ulhoa <i>et al.</i> , 2011	5	5	5
Mueller <i>et al.</i> , 2013	9	8	7
Quigley <i>et al.</i> , 2014	10	9	6
Tom Melai <i>et al.</i> , 2014	6	6	7
Sartor <i>et al.</i> , 2014	10	8	8

A confiabilidade entre os avaliadores foi considerada alta (alfa=0,874) quando se avaliou a estatística alfa de Cronbach obtida para o escore total atribuído a cada um dos nove estudos. No alfa de Cronbach, a confiabilidade também foi elevada (acima de 0,70) entre os itens individuais da escala, tanto de uma forma geral (alfa=0,919), quanto para cada artigo separadamente (TABELA 3).

**Tabela 3.** Estatísticas Alfa de Cronbach

<b>Confiabilidades avaliadas</b>	<b>Alfa de Cronbach</b>
<b>Escore geral</b>	0,874
<b>Itens</b>	0,910
Itens do artigo 1	1,000
Itens do artigo 2	0,889
Itens do artigo 3	0,750
Itens do artigo 4	0,938
Itens do artigo 5	0,959
Itens do artigo 6	0,750
Itens do artigo 7	0,908
Itens do artigo 8	1,000
Itens do artigo 9	0,944

Para os itens, os percentuais de concordância foram elevados e a estatística kappa variou de 0,745 a 0,816, representando concordância superior a 0,40 e, além disso, significativamente diferente do acaso ( $p < 0,05$ ). Estratificando por artigos, exceção feita aos avaliadores 1 e 3 no artigo 3

(percentual de concordância igual 63,6% e kappa= 0,214;  $p=0,125$ ), todas as avaliações duas a duas foram superiores a 0,40 (TABELA 4).

**Tabela 4.** Estatística do índice de Kappa

Artigo	Comparações	Percentual de concordância Com ponderação linear	Percentual de concordância Com ponderação quadrática	Kappa ponderado linear	Kappa ponderado quadrático	Valor de p kappa linear	Valor de p kappa quadrático
<b>GERAL</b>	<b>Escore total</b>						
	-Avaliador 1 e 2	86,1	95,1	0,622	0,766	0,003**	<0,001***
	-Avaliador 1 e 3	73,3	87,6	0,333	0,486	0,052	0,053
	-Avaliador 2 e 3	80,6	91,0	0,512	0,644	0,026**	0,014*
	<b>Itens</b>			0,787			<0,001***
	-Avaliador 1, 2 e 3	91,9		0,816			<0,001***
	-Avaliador 1 e 2	88,9		0,745			<0,001***
	-Avaliador 1 e 3	90,9		0,800			<0,001***
-Avaliador 2 e 3	88,9		0,745			<0,001***	
<b>Artigo1</b>	-Avaliador 1, 2 e 3			1,000		<0,001***	
	Avaliador 1 e 2	100,0		1,000		<0,001***	
	-Avaliador 1 e 3	100,0		1,000		<0,001***	
	-Avaliador 2 e 3	100,0		1,000		<0,001***	
<b>Artigo2</b>	-Avaliador 1, 2 e 3			0,694		<0,001***	
	Avaliador 1 e 2	90,9		0,793		0,004**	
	-Avaliador 1 e 3	90,9		0,744		0,005**	
	-Avaliador 2 e 3	81,8		0,560		0,019*	
<b>Artigo3</b>	-Avaliador 1, 2 e 3			0,389		0,013*	
	Avaliador 1 e 2	81,2		0,421		0,043*	
	-Avaliador 1 e 3	63,6		0,214		0,125	
	-Avaliador 2 e 3	81,8		0,621		0,013*	
<b>Artigo4</b>	-Avaliador 1, 2 e 3			0,819		<0,001***	
	Avaliador 1 e 2	90,9		0,744		0,005**	
	-Avaliador 1 e 3	100,0		1,000		<0,001***	
	-Avaliador 2 e 3	90,9		0,744		0,005**	
<b>Artigo5</b>	-Avaliador 1, 2 e 3			0,876		<0,001***	
	Avaliador 1 e 2	100,0		1,000		<0,001***	
	-Avaliador 1 e 3	90,9		0,813		0,003**	
	-Avaliador 2 e 3	90,9		0,813		0,003**	
<b>Artigo6</b>	-Avaliador 1, 2 e 3			0,456		0,004**	
	Avaliador 1 e 2	81,8		0,421		0,043*	

	-Avaliador 1 e 3	81,8	0,421	0,043*
	-Avaliador 2 e 3	81,8	0,542	0,036*
<b>Artigo7</b>	-Avaliador 1, 2 e 3		0,757	<0,001***
	Avaliador 1 e 2	90,9	0,820	0,003**
	-Avaliador 1 e 3	81,8	0,633	0,018*
	-Avaliador 2 e 3	90,9	0,820	0,003**
<b>Artigo8</b>	-Avaliador 1, 2 e 3		1,000	<0,001***
	Avaliador 1 e 2	100,0	1,000	<0,001***
	-Avaliador 1 e 3	100,0	1,000	<0,001***
	-Avaliador 2 e 3	100,0	1,000	<0,001***
<b>Artigo 9</b>	-Avaliador 1, 2 e 3		0,835	<0,001***
	Avaliador 1 e 2	90,9	0,744	0,005**
	-Avaliador 1 e 3	90,9	0,744	0,005**
	-Avaliador 2 e 3	100,0	1,000	<0,001***

Notas: \*\*\*p<0,001; \*\*p<0,01; \*p<0,05

### 3.1 Intervenções cinesioterápicas: achados dos artigos avaliados

#### 3.1.1 Treino de Marcha e Equilíbrio

Cinco artigos avaliaram a influência do treino de marcha e equilíbrio em indivíduos diabéticos. O estudo de Quigley *et al.*<sup>42</sup> avaliou o efeito do treinamento de equilíbrio funcional (TEF) e de Tai Chi (TC) sobre as medidas de equilíbrio, marcha e quedas em um grupo de idosos com polineuropatia simétrica distal. A hipótese do estudo baseava-se na comparação de um grupo controle que recebeu somente um programa de educação (ED), em relação aos efeitos de uma intervenção realizada uma vez na semana, durante 10 semanas com TEF ou TC, nos resultados da avaliação clínica da marcha e do equilíbrio. Os 100 idosos homens recrutados com polineuropatia simétrica distal foram divididos em 3 grupos: grupo de treinamento de equilíbrio funcional (TEF), grupo de Tai Chi (TC) e grupo controle, que recebeu somente educação. A marcha, o equilíbrio e a frequência das quedas foram avaliados com vários testes clínicos bem estabelecidos (Berg Balance Scale<sup>43</sup>, 8 Foot Up and Go Test<sup>44</sup> e Modified Falls Efficacy Scale<sup>45</sup>) e com as medidas baseadas em laboratório (análise da marcha tridimensional e testes de organização sensorial). Somente o grupo TC demonstrou uma diminuição significativa do Timed Up and Go (menor tempo e execução, portanto, mais rápido) após a intervenção, em comparação com os valores basais. Não houve diferenças significativas nos resultados dos testes de organização sensorial e na Escala Modificada de Queda para qualquer grupo após a intervenção, em comparação com os valores basais. No que diz respeito às características da marcha, para o grupo TC foi possível observar também, aumento do tempo de apoio unipodal e do comprimento da passada após a intervenção. Já no grupo TEF houve aumento significativo do pico de força de flexão plantar do tornozelo, tendência no aumento do pico anterior e posterior das forças de reação ao solo e tendência para a redução da largura e da variabilidade de largura do passo após a intervenção.

O estudo controlado randomizado de Mueller *et al.*<sup>46</sup> teve como objetivo determinar o efeito de um programa de exercício com descarga de peso em comparação a um programa de exercício sem descarga de peso, sobre as

medidas de resultados do teste de caminhada de 6 minutos (TC6)<sup>47</sup> e da contagem de passos diários (passos/d), em pacientes com DM e neuropatia periférica. O grupo com descarga de peso realizou exercícios na posição de pé, utilizando o peso do corpo como resistência para os exercícios aeróbicos. O grupo sem descarga de peso realizou os exercícios na posição sentada ou deitada para o treino aeróbico, os quais foram realizados com a frequência de 3 vezes por semana em 12 semanas. O grupo com descarga de peso mostrou maiores ganhos significativos comparativamente ao grupo sem descarga de peso nos resultados do teste de caminhada de 6 minutos e na contagem média diária de passo.

O ensaio clínico publicado por Allet *et al.*<sup>48</sup> conduzido na Suíça avaliou o efeito de um programa de treinamento baseado em componentes de prevenção de quedas em idosos, marcha e equilíbrio em pacientes diabéticos. A proposta realizada pelo grupo intervenção foi aplicada durante 12 semanas, 2 vezes por semana em 60 minutos. A atividade era constituída por aquecimento de 5 minutos, circuito de 40 minutos composto por tarefas de complexidade progressiva, e, finalmente, o encerramento acontecia com jogos interativos por 10 minutos. Após as 12 semanas os pacientes do programa foram encorajados a continuar com os exercícios aprendidos durante os próximos 6 meses (follow-up). O grupo controle não recebeu tratamento. As variáveis de desfecho funcionais (POMA: Performance-oriented mobility assessment, teste de equilíbrio estático e dinâmico e a força muscular dos flexores do quadril e tornozelo) apresentaram diferenças significativas a favor do grupo intervenção. Os resultados do estudo indicaram que o grupo intervenção aumentou sua velocidade de caminhada habitual em comparação com o grupo controle, obteve melhora do equilíbrio, da força muscular, da mobilidade articular e redução do medo de queda. O estudo mostrou também melhora alcançada pelo grupo intervenção no equilíbrio dinâmico (tempo para caminhar sobre uma viga). Para os participantes do grupo intervenção houve perda parcial no benefício do tratamento durante os 6 meses de seguimento, mas seu nível de desempenho manteve-se superior em comparação ao início do estudo. Para as variáveis do grupo controle houve perda progressiva em comparação ao desempenho da linha de base.

Um ensaio controlado randomizado realizado por Allet *et al.*<sup>49</sup> conduzido em Genebra, apresentou como objetivo avaliar o efeito de um programa de treinamento específico sobre a marcha de pacientes diabéticos em ambientes desafiadores. O grupo intervenção (GI) realizou aquecimento, treinamento em circuito, exercício de marcha, equilíbrio, jogos interativos e sugestões de exercícios para casa. O treinamento foi realizado 2 vezes por semana, durante 60 minutos em 12 semanas. O grupo controle (GC) não recebeu tratamento. Após as 12 semanas os pacientes do programa foram encorajados a continuar com os exercícios aprendidos durante os próximos 6 meses. Os pacientes do GI perderam o benefício do tratamento nos seis meses de seguimento do estudo, mas seu nível de desempenho manteve-se superior ao GC. Após a intervenção o GI melhorou a velocidade de marcha de 0,14 m/s para 0,54m/s sobre paralelepípedos (terreno irregular), e também houve melhora na cadência e no tempo de apoio na marcha em terreno irregular e terreno normal. A intervenção não mostrou qualquer efeito sobre o tempo de apoio durante a marcha em um terreno normal, mas melhorou significativamente o tempo de apoio na marcha sobre paralelepípedos, considerando os seis meses de seguimento. Nenhuma diferença significativa foi observada no coeficiente de variação do tempo do ciclo da marcha e no comprimento da passada. No GI, ocorreu uma diminuição de 3,6% em relação a velocidade de marcha no terreno com paralelepípedos em relação ao terreno normal e uma redução suplementar de 1,1% após seis meses da intervenção.

Observa-se assim, uma diferença entre os estudos de Quigley *et al.*<sup>42</sup> e Allet *et al.*<sup>48</sup>. Ambos avaliaram a variável comprimento da passada na marcha em terrenos regulares. Porém, apenas no protocolo do estudo de Quigley *et al.*<sup>42</sup> foi demonstrado aumento no comprimento da passada.

O ensaio clínico aleatorizado publicado por Robin L. *et al.*<sup>50</sup> teve como objetivo verificar se havia aumento da força dos membros inferiores dos participantes e do equilíbrio sem aumentar o risco de queda no grupo intervenção. A intervenção foi dividida em duas partes: a primeira (1 a 3 meses) incluiu exercícios de fortalecimento de membros inferiores e de equilíbrio, caminhada auto-monitorada e chamada telefônica motivacional; a segunda (4 a 12 meses) constou de chamada telefônica motivacional. O GC recebeu instruções de autocuidado com o diabetes e não receberam assistência

motivacional pela chamada telefônica. Os participantes foram acompanhados após 12 meses constituindo o seguimento. Os principais resultados encontrados mostraram que na maioria das medidas de força e equilíbrio, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos, 6 ou 12 meses após o controle dos valores basais. A força dos membros inferiores diminuiu em ambos os grupos ao longo do tempo (6 e 12 meses em comparação com a linha de base em ambos os grupos). Para o teste de equilíbrio apoiado sobre uma perna e com os olhos fechados, houve diferença entre os grupos. No início do estudo, os participantes do grupo controle poderiam realizar este teste durante um período médio de 1,0 segundo; o tempo médio para os participantes do grupo de intervenção foi de 1,5 segundos. Aos 6 meses, o tempo aumentou para ambos os grupos, mas a diferença não foi significativa. Também não houve diferenças estatisticamente significativas para quedas no seguimento do estudo. Embora os participantes dos grupos intervenção e controle não tenham diferido estatisticamente em relação às quedas, antes ou após o início do estudo, os participantes de ambos os grupos relataram quedas menos frequentes durante o estudo do que no ano anterior ao estudo.

### 3.1.2 Exercícios de fortalecimento, alongamento e treinamento funcional

Dois estudos avaliaram o efeito do fortalecimento no padrão da marcha. Além deste desfecho, no estudo da Sartor *et al.*<sup>51</sup> exercício de alongamento e treinamento funcional foram outros dois desfechos avaliados. Os dois estudos utilizaram protocolos de intervenções diferentes.

Sartor *et al.*<sup>51</sup> publicou em 2014 um ensaio clínico conduzido no Brasil com o objetivo de investigar os efeitos de fortalecimento, alongamento e treinamento funcional na função do pé durante a marcha. Os pacientes alocados no grupo intervenção receberam fisioterapia e instruções para realizar os exercícios em casa; os indivíduos do grupo controle não receberam tratamento. Ambos os grupos foram avaliados no início e após 12 semanas. Os pacientes do grupo intervenção também foram avaliados na vigésima quarta semana do estudo. No grupo intervenção, houve uma diminuição no tempo do momento de pico do extensor do tornozelo após 12 semanas de intervenção, que permaneceu diferente da linha de base até o seguimento. Em comparação

com os dados de base, um aumento significativo na função muscular foi observado no flexor curto dos dedos, interósseos, tibial anterior e tríceps sural no grupo intervenção, o que ocorreu após 12 semanas. A função dos mesmos músculos piorou significativamente no grupo controle, exceto para o tríceps sural. Todos os testes funcionais, exceto para a extensão do tornozelo, mostraram diferença entre os grupos após 12 semanas, o que aponta para uma melhoria no grupo intervenção e uma piora no grupo controle.

Melai *et al.*<sup>52</sup> em 2014, publicaram um ensaio clínico randomizado que foi conduzido na Holanda, com o objetivo de avaliar se um treinamento específico de força poderia aumentar os momentos articulares dos membros inferiores e as características espaço-temporais da marcha nos pacientes com polineuropatia diabética. Os participantes foram randomizados para dois grupos: intervenção, que recebeu treinamento de força durante 24 semanas; controle, que não recebeu intervenção. Os pacientes designados para o grupo intervenção receberam um plano de treinamento semanal, com o objetivo de melhorar o controle motor e a força muscular dos membros inferiores em um programa de 24 semanas guiado por um fisioterapeuta. Nas primeiras 12 semanas (primeira parte) o treinamento tinha enfoque nos músculos ao redor do tornozelo. Nas outras 12 semanas (segunda parte), os músculos ao redor do joelho foram treinados. Na segunda parte da intervenção, os participantes receberam treinamento de marcha em uma pista com obstáculos, criada para assemelhar esta pista às atividades de vida diária. Os principais resultados encontrados foram que, em comparação com o grupo controle, o grupo intervenção obteve ganhos no comprimento do passo, da fase de apoio e no tempo do passo durante a velocidade de marcha padronizada imposta.

### 3.1.3 Exercícios para ganho de amplitude articular

Dois estudos avaliaram a mobilidade articular nos indivíduos diabéticos. O estudo de Gomes *et al.*<sup>35</sup> apresentou como objetivo elaborar e aplicar um tratamento fisioterapêutico para diabéticos neuropatas e comparar suas respostas sensoriais, motoras e funcionais, pré e pós-intervenção, com um grupo de indivíduos não-diabéticos assintomáticos. Foi realizada uma avaliação motora, funcional e sensorial nos dois grupos pré e pós-intervenção. O

tratamento aplicado no grupo diabético era realizado individualmente, 2 vezes por semana, por 45 minutos, durante 5 semanas. Foram realizados alongamentos de cadeia posterior e tibial anterior; exercícios ativos resistidos para a musculatura intrínseca do pé e tornozelo; treino de atividades de vida diária, e fornecidas orientações de autocuidado com os pés. No que diz respeito à mobilidade articular, foi possível observar em relação à articulação do tornozelo, o ganho de amplitude de movimento para a flexão, no grupo controle (GC) e no grupo diabético pós-intervenção (GD-pós). As amplitudes de inversão e eversão foram significativamente maiores para o GC que as do grupo diabético pré-intervenção (GD-pré) e GD-pós, sendo que o GD-pós demonstrou amplitude significativamente maior que a do GD-pré. Não foi encontrada diferença significativa no quesito sensibilidade após o tratamento, houve melhora da propriocepção no hálux e dedos do pé no GI. No estudo de Ulhoa *et al.*<sup>53</sup> que comparou entre indivíduos idosos, portadores ou não de diabetes mellitus a limitação da mobilidade articular, verificar a sua relação com outros fatores como, o tempo de diabetes mellitus, o sinal da prece (SP) e o risco neuropático (RN), além de também analisar se houve interferência do tratamento fisioterapêutico na mobilidade articular entre os indivíduos portadores de DM; o protocolo consistia em alongamentos e exercícios leves (flexão/ extensão e abdução/ adução de membros superiores e inferiores além de movimentos de tronco), realizados com auxílio de bastões e halteres. No presente estudo foi possível observar o resultado da intervenção cinesioterapêutica também na mobilidade da articulação do punho, ao contrário do artigo de Gomes *et al.*<sup>35</sup> que verificou somente a mobilidade articular do tornozelo. Ao comparar o grupo controle (grupo C) com o grupo diabetes mellitus (DM), verificou-se diferenças significativas nas médias dos movimentos de flexão esquerda (FE), extensão direita (ED) e esquerda (EE); comparando-se o grupo C com o grupo diabetes mellitus em tratamento fisioterapêutico (DMF) houve significância somente para o movimento EE; e, ao comparar o grupo DM com o grupo DMF, foi encontrada diferença significativa para a ED e EE. A respeito das médias das amplitudes da articulação do tornozelo: flexão plantar e dorsiflexão (não foram testados os movimentos de inversão e eversão como no estudo de Gomes *et al.*<sup>35</sup>) houve diferença significativa para os movimentos testados ao comparar o grupo C com o grupo DM, o que não

ocorreu entre o grupo C e o DMF, onde somente não houve diferença significativa para o movimento de flexão plantar esquerda. Entre os parâmetros dos grupos DM e DMF não foram verificadas diferenças. Verificou-se que, quanto maior a idade, mais marcadamente ocorre a tendência na redução da mobilidade dentro dos grupos C e DM, porém esses resultados não foram significativos ( $p > 0,05$ ). O mesmo resultado foi encontrado na relação entre tempo de diabetes e a mobilidade articular, ou seja, esses resultados também não foram significativos. Tanto o RN quanto o SP não puderam ser diretamente relacionados com a mobilidade articular, pois indivíduos que não possuíam RN e/ou SP apresentaram diminuição da mobilidade articular.

## 4 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo revisar a literatura e analisar a qualidade dos estudos encontrados, a respeito das intervenções cinesioterapêuticas no paciente com o pé diabético. Na revisão realizada foram encontrados nove trabalhos. As intervenções diferiram entre os estudos analisados; dentre elas, destacaram-se: técnicas de marcha, equilíbrio, força muscular, alongamento e mobilidade articular. Pela heterogeneidade dos estudos em relação às intervenções, critérios de inclusão, exclusão e desfechos avaliados, tornou-se inviável a avaliação dos resultados sob a forma de metanálise<sup>54</sup>.

Existem poucos estudos sobre condutas fisioterapêuticas para o tratamento de indivíduos com o DM<sup>55</sup>. Os trabalhos avaliados no presente estudos foram considerados como de boa qualidade metodológica em relação ao tema. Todos os estudos obtiveram nota igual ou maior do que 5 na Escala de PEDro.

Um fato importante a ser destacado, é a variabilidade das intervenções empregadas em um mesmo grupo intervenção. Vários estudos, não abordaram o participante com um tratamento único, mas sim, por meio de várias modalidades da cinesioterapia. Em um único estudo foram aplicados protocolos de marcha, alongamento, ganho de ADM e força muscular.

De um ponto de vista biomecânico, as principais funções fisiológicas do pé durante a caminhada são: amortecer o choque do calcanhar, reduzindo a carga por impulso excessivo, após, o contato inicial, se adaptar às mudanças instantâneas em superfícies de contato durante o apoio médio e proporcionar estabilidade durante a propulsão<sup>56,57</sup>, com o progresso da DPN, a integridade dos músculos e das estruturas neurais são afetadas<sup>58,59</sup>, principalmente nas pequenas articulações do pé e tornozelo<sup>60</sup> restringindo a absorção de carga adequada e a gestão da fase de apoio da marcha<sup>61,62</sup>. A hiperglicemia sustentada causa alterações estruturais adicionais que afetam a biomecânica fisiológica da marcha, prejudica o trofismo e a ativação dos músculos que interferem com a qualidade e o controle do movimento, alterando drasticamente a absorção e a transmissão de carga durante o processo de aplainamento do pé<sup>61,62</sup>. Mais especificamente, a fraqueza do tibial anterior

pode potencialmente contribuir para picos de pressões mais elevados<sup>63, 65</sup> e, quanto à atrofia dos músculos intrínsecos do pé<sup>63,64</sup> podem comprometer a estabilidade estática e dinâmica de seu rolamento<sup>21,65</sup>.

Ao analisar os trabalhos, apenas um não conseguiu mostrar melhora nos padrões de marcha dos participantes, como por exemplo, a velocidade da marcha<sup>51</sup>. Contudo, esse estudo não foi traçado apenas para identificar os efeitos da cinesioterapia na marcha dos participantes diabéticos, mas também apontou como objetivo, o fortalecimento, o alongamento e o treino funcional na marcha desses participantes. A medida velocidade de marcha foi uma medida secundária às principais variáveis buscadas no estudo. Um dos artigos que relatou existência de melhora na marcha, relatou também perda de função dos participantes durante o seguimento.<sup>48</sup> Isso demonstra a necessidade de um acompanhamento contínuo ou manutenção da atividade, para que esses pacientes possam manter a performance adquirida com a cinesioterapia. Zhang *et al.*<sup>56</sup> por meio do estudo em pacientes diabéticos, com neuropatia periférica realizou marcha para trás como princípio terapêutico. Após os resultados, o grupo intervenção referiu melhora dos sintomas de neuropatia periférica e melhora no equilíbrio. Em um dos estudos de marcha, os participantes tiveram melhor aproveitamento, quando eram treinados em um terreno irregular<sup>49</sup>, quando comparados aos foram treinados em terreno com solo plano. Sabe-se que os pacientes com neuropatia periférica possuem diminuição da velocidade da marcha em ambientes com solo plano<sup>49</sup>, porém nesse estudo, ficou claro que o treinamento com elementos do solo real, com irregularidades, é mais efetivo e deve ser priorizado, pela maior proximidade com a atividade real do paciente. A marcha dos pacientes com neuropatia diabética possui diminuição da velocidade do passo<sup>70,71</sup>. Assim, o treino de marcha com velocidade imposta, por meio de feedback do terapeuta com pistas visuais e auditivas, parece melhorar o comprimento do passo o que conseqüentemente levaria a maior velocidade da marcha. Contudo, segundo o estudo de Robin *et al.*<sup>50</sup> aparentemente apenas o treino de marcha não é suficiente para aumentar a velocidade da marcha, devendo ser associado a outros elementos da cinesioterapia.

Vários autores sugeriram que a presença da fraqueza muscular ou limitações no controle motor poderia desempenhar um papel importante no

desenvolvimento do aumento da carga no antepé<sup>57,59</sup>. Os flexores dorsais desempenham um papel importante na desaceleração do movimento de flexão plantar logo após o choque de calcanhar e no avanço da flexão plantar pela contração excêntrica no final do apoio médio, causando o avanço atrasado do centro de pressão e limitando assim o momento de flexão plantar. Portanto, há hipóteses de que a fraqueza muscular desses grupos musculares e as limitações em consequência do baixo controle motor em pacientes com neuropatia periférica tem uma capacidade diminuída para compensar o momento de flexão plantar do tornozelo durante a marcha levando a maior carga no antepé<sup>52</sup>.

Em relação aos programas de fortalecimento muscular, não houve padronização de utilização dos instrumentos para ganho de força. Desse modo, alguns estudos utilizaram halteres; outros, faixas elásticas e o peso do próprio corpo.<sup>35,55</sup> Estudos nos quais o treino de força foi realizado, destaca-se o ganho de função do tibial anterior e da amplitude do movimento de dorsiflexão, pois, estão relacionados diretamente às habilidades de locomoção independente<sup>35,42,48,51,52</sup>. Em outro estudo no qual se realizou fortalecimento de membros inferiores, houve melhora dos resultados do centro de pressão do médio-pé, do tempo de pressão integral e do pico de pressão, sugerindo um melhor controle das fases de aplainamento do pé e de apoio médio<sup>51</sup>.

A melhoria na fase de aplainamento do pé após a intervenção também é suportada pela diminuição do momento extensor no tornozelo, a melhoria da dorsiflexão do tornozelo (testes funcionais) e na função do tibial anterior (teste de função manual muscular). Além disso, o aumento da pontuação para a função muscular dos interósseos indica um efeito positivo dos exercícios de fortalecimento propostos sobre a função dos dedos do pé. Nesse mesmo estudo sobre treino de força, o complexo do tornozelo-pé, mostrou uma melhora da função muscular intrínseca e extrínseca, especialmente em dorsiflexão do tornozelo (tibial anterior), dos flexores dos dedos e dos músculos interósseos. Os ganhos nestas funções podem explicar as mudanças nas variáveis de pressão no rolamento do pé observadas após 12 semanas de intervenção, tais como a diminuição na velocidade do centro de pressão na parte central do pé, o aumento do tempo de pressão integral nas áreas dos pés, e o melhor controle do contato do antepé.

Sabe-se que os movimentos mais comprometidos são a flexão, inversão, eversão do tornozelo e os movimentos da primeira articulação metatarsofalangeana nos pacientes diabéticos neuropatas<sup>57</sup>. A restrição desses movimentos reduz a capacidade do complexo do pé em absorver o choque e as rotações transversais na marcha, contribuindo para a ulceração plantar no pé insensível<sup>58</sup>. Da mesma forma a atrofia muscular apresentada nos pacientes com neuropatia diabética, principalmente dos músculos intrínsecos do pé, pode levar a deformidades, redução da amplitude de movimento do pé e tornozelo, contribuindo também para a elevação das pressões plantares<sup>59</sup>.

Os exercícios de alongamento descritos em alguns artigos foram eficientes na melhora da mobilidade e função do hálux e dedos do pé, o que se reflete na redistribuição da pressão plantar<sup>51</sup>.

Todos os estudos que tiveram como intervenção o ganho de mobilidade articular obtiveram um ganho significativo de mobilidade<sup>48,51,55</sup>. No estudo de Ulhoa *et al.*<sup>53</sup> foi possível verificar que mesmo indivíduos que não apresentaram risco neuropático tinham limitação de mobilidade articular. Assim, conclui-se a importância de constantemente realizar a avaliação articular e o risco neuropático.

Em relação aos sinais e sintomas da neuropatia diabética os resultados entre os estudos foram contraditórios. Em um estudo não houve melhora do formigamento, enquanto em outro, participantes referiram poucos sintomas da neuropatia periférica após a intervenção realizada, em comparação com o estado inicial<sup>35</sup>. Um dos protocolos aplicou treinamento de 12 semanas, período relativamente curto, para que sejam tratadas as deformidades estruturais presentes na neuropatia.

A falta de informações ou o perfil metodológico de alguns trabalhos incluídos nesse estudo, prejudicou a nota aplicada pelos avaliadores na Escala de PEDro por não ter havido alocação aleatória dos pacientes nos grupos e a falta de duplo cegamento.

## **5 CONCLUSÃO**

Os estudos da presente revisão indicam que a cinesioterapia pode ser eficaz. Os ensaios clínicos publicados entre 2004 e 2015 sobre intervenções cinesioterápicas para pacientes com pé diabético são de boa qualidade metodológica e apontam para uma eficácia em relação à força muscular e mobilidade articular em membros inferiores, marcha e equilíbrio corporal.

## REFERÊNCIAS

1. KING, H.; Aubert, R.E; HERMANH WH. Global burden of diabetes, 1995-2025: prevalence, numerical estimates, and projections. **Diabetes Care**. v.21, n.9, p.1414. 1431, 1998.
2. Edition S. Diabetes. Seventh. International Diabetes Federation. 2015. p.13 - 16.
3. ERIKSSON K-F, LINDGIIRDE E. Prevention of Type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus by diet and physical exercise The 6-year Malmii feasibility study. **Diabetologia**. v.34, p.891. 898, 1991.
4. BRASILEIRO FILHO B. **Patologia**. 6 ed. Rio de Janeiro: Koogan G. editor, 2000.
5. EGÍDIO PAULO DE OLIVEIRA J, MILECH A. **Diabetes Mellitus**: Clínica, Diagnóstico e Tratamento Multidisciplinar [Internet]. São Paulo: Atheneu; 2006. Available from: [https://www.bial.com/pt/a\\_sua\\_saude.10/areas\\_terapeuticas\\_bial.13/doencas\\_cardiovasculares.21/diabetes\\_mellitus.a158.html](https://www.bial.com/pt/a_sua_saude.10/areas_terapeuticas_bial.13/doencas_cardiovasculares.21/diabetes_mellitus.a158.html)
6. DAGOGO JS. DCCT results and diabetes care in developing countries. **Diabetes Care**. v.18, p.416. 7, 1995.
7. PEDROSA HC. **Consenso Internacional sobre Pé Diabético**. v. 53, Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal, 2001.
8. ABBOTT CA, CARRINGTON AL, ASHE H, BATH S. The North-West Diabetes Foot Care Study: incidence of, and risk factors for, new diabetic foot ulceration in a community-based patient cohort. **Diabet Med**. v.19, n.5, p.377. 84, 2002.
9. LAUTERBACH S, KOSTEV K, KOHLMANN T. Prevalence of diabetic foot syndrome and its risk factors in the UK. **J Wound Care**. v.19, n.8, p.333. 7, 2010.
10. BOULTON AJM, GRIES FA, JERVELL JA. Guidelines for the diagnosis and outpatient management of diabetic peripheral neuropathy. **Diabet Med**. v.23, n.5, p.606. 11, 2000.
11. PHAM H, ARMSTRONG DG, HARVEY C, HARKLESS LB, GIURINI JM, VEVES A. Screening techniques to identify people at high risk for diabetic foot ulceration: a prospective multicenter trial. **Diabetes Care**. v.23, n.5, p.606. 11, 2000.
12. VAN SCHIE CHM. Neuropathy: mobility and quality of life. **Diabetes Metab Res Rev**. v.24, n.1, p.45. 51, 2008.

13. STANDARDS OF MEDICAL CARE IN DIABETES. **Diabetes Care**. v.37, n.1, p.14. 80, 2014.
14. MASSON EA, HAY EM, STOCKLEY I, VEVES A, BETTS RP, BOULTON AJ. Abnormal foot pressures alone may not cause ulceration. **Diabet Med**. v.6, n.5, p.426. 8, 1989.
15. DIABETES SB de. **Tratamento e acompanhamento do Diabetes mellitus**. Rio de Janeiro: Diagraphic, 2007.
16. GAMBA MA, GOTLIEB SLD, PIMENTEL BERGAMASCHI D, VIANNA LAC. Amputações de extremidades inferiores por diabetes mellitus: Estudo caso-controlado. **Rev Saude Publica**. v.38, n.3, p.399. 404, 2004.
17. GOLDBERG A, RUSSELL JW, ALEXANDER NB. Standing balance and trunk position sense in impaired glucose tolerance (IGT)-related peripheral neuropathy. **J Neurol Sci**. v.270, n.1-2, p.165. 171, 2008.
18. BONNET C, CARELLO C, TURVEY MT. Diabetes and postural stability: review and hypotheses. **J Mot Behav**. v.41, n.2, p.172. 90, 2009.
19. WILD S, ROGLIC G, GREEN A. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. **Diabetes Care**. Scotland, v. 27, p. 1047. 53, 2004.
20. ALLET L, ARMAND S, DE BIE RA, PATAKY Z, AMINIAN K, HERRMANN FR, *et al*. Gait alterations of diabetic patients while walking on different surfaces. **Gait Posture**. v.29, n.3, p.488. 93, 2009.
21. ALLET L, ARMAND S, GOLAY A, MONNIN D, DE BIE RA, DE BRUIN ED. Gait characteristics of diabetic patients: a systematic review. **Diabetes Metab Res Rev**. v.24, n.3, p.173. 91, 2008.
22. DAVIDSON MB. **Diabetes mellitus: diagnosis and treatment**. 4th editio. Philadelphia: W.B. Saunders, 1998.
23. CREWS RT, YALLA S V., FLEISCHER AE, WU SC. A growing troubling triad: Diabetes, aging, and falls. **J Aging Res**. 2013.
24. RICHARDSON JK, HURVITZ EA. Peripheral neuropathy: A true risk factor for falls. **Journals Gerontol Biol Sci Med Sci**. v.50, n.4, p.211. 5, 1995.
25. MORRISON S, COLBERG SR, MARIANO M, PARSON HK, VINIK AI. Balance training reduces falls risk in older individuals with type 2 diabetes. **Diabetes Care**. v.33, n.4, p.748. 50, 2010.
26. MORRISON S, COLBERG SR, PARSON HK, VINIK AI. Relation between risk of falling and postural sway complexity in diabetes. **Gait Posture** [Internet]. Elsevier B.V.; v.35, n.4, p.662. 668, 2012. Available from:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.12.021>

27. SCHWARTZ AV, HILLIER TA, SELLMAYER DE, RESNICK HE, GREGG E, ENSRUD KE. Older women with diabetes have a higher risk of falls: a prospective study. **Diabetes Care**. v.25, n.10, p.1749. 54, 2002.
28. SCHWARTZ AV, VITTINGHOFF E, SELLMAYER DE, FEINGOLD KR. Diabetes-related complications, glycemic control, and falls in older adults. **Diabetes Care**. v.31, n.3, p.391. 6, 2008.
29. WALLACE C, REIBER G., LEMASTER J, SMITH DG. Incidence of falls, risk factors for falls, and fall-related fractures in individuals with diabetes and a prior foot ulcer. **Diabetes Care**. v.25, n.11, p.1983. 6, 2002.
30. BERLIE HE, GARWOOD CL. Diabetes medications related to an increased risk of falls and fall-related morbidity in the elderly. **Ann Pharmacother**. v.44, n.4, p.712. 7, 2010.
31. MAURER MS, BURCHAM J, CHENG H. Diabetes mellitus is associated with an increased risk of falls in elderly residents of a long-term care facility. **Journals Gerontol**. v.9, n.60, p.1157. 62, 2005.
32. TILLING LM, DARAWIL K, BRITTON M. Falls as a complication of diabetes mellitus in older people. **J Diabetes Complications**. v.20, n.3, p.158. 62, 2006.
33. PIJPERS E, FERREIRA I, DE JONGH RT, DEEG DJ, LIPS P, STEHOUWER CDA, *et al*. Older individuals with diabetes have an increased risk of recurrent falls: Analysis of potential mediating factors: The Longitudinal Ageing Study Amsterdam. **Age Ageing**. v.41, n.3, p.358. 65, 2012.
34. FOOT. IWG on the diabetic. Internacional Consensus on the diabetic foot. **Diabetes Metab Res Rev**. p.84. 92, 2000.
35. GOMES AA, SARTOR CD, JOÃO SMA, SACCO IDCN, BERNIK MMS. Efeitos da intervenção fisioterapêutica nas respostas sensoriais e funcionais de diabéticos neuropatas. **Fisioter e Pesqui** [Internet]. v.14, n.1, p.14. 21, 2007. Available from: <http://portal.revistas.bvs.br/index.php?search=Fisioter.pesqui&connector=ET&lang=pt>
36. PORTNEY LG, WATKINS MP. **Foundations of clinical research**. Applications to practice. 3. edition. Upper Saddle River: F. A. Davis Company, 2015. 365 p.
37. CHAGAS PSC, MANCINI MC, BARBOSA AP, SILVA E. Análise Das Intervenções Utilizadas Para a Promoção Da Marcha Em Crianças Portadoras De Paralisia Cerebral: uma revisão sistemática da literatura. **Rev bras fisioter**. v.8, n.2, p.155. 63, 2004.

38. MAHER CG, SHERRINGTON C, HERBERT RD, MOSELEY AM, ELKINS M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. **Phys Ther.** v.83, p.713. 21, 2003.
39. LANDIS JR, KOCH GG. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data Published by: International Biometric Society Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/2529310>. **Society.** v.33, n.1, p.159. 74, 2008.
40. GOULD WW. A publication to promote communication among Stata users. **Stata Tech Bull.** v.7, p.20. 28, 1997.
41. PESTANA MH, GAGEIRO JN. **Análise de Dados para Ciências Sociais.** A complementaridade do SPSS. 5. ed. rev. Lisboa: Sílabo E, editor, 2008. p. 527-528.
42. QUIGLEY PA, BULAT T, SCHULZ B, FRIEDMAN Y, HART-HUGHES S, RICHARDSON JK, *et al.* Exercise Interventions, Gait, and Balance in Older Subjects with Distal Symmetric Polyneuropathy. **Am J Phys Med Rehabil** [Internet]. v.93, n.1, p.1. 16, 2014. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00002060-201401000-00001>
43. BERG K, WOOD-DAUPHINEE S, WILLIAMS JI. Measuring balance scale: Reliability assessment with na elderly population. **Arch Phys Med Rehabil.** v.73, p.1073. 80, 1989.
44. ROSE DJ, JONES CJ, LUCCHESI N. Predicting the probability of falls in community-residing older adults using the 8-foot up-and-go: A new measure of functional mobility. **J Aging Phys Act.** v.10, n.4, p.466. 75, 2002.
45. HILL KD, SCHWARZ JA, KALOGEROPOULOS AJ, GIBSON SJ. Fear of falling revisited. **Arch Phys Med Rehabil.** v.77, n.1, p.1025. 9, 1996.
46. MUELLER MJ, TUTTLE LJ, LEMASTER JW, STRUBE MJ, MCGILL JB, HASTINGS MK, *et al.* Weight-bearing versus nonweight-bearing exercise for persons with diabetes and peripheral neuropathy: a randomized controlled trial. **Arch Phys Med Rehabil** [Internet]. Elsevier Ltd; v.94, n.5, p.829. 38, 2013. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2012.12.015>
47. BERIAULT K, CARPENTIER AC, GAGNON C. Reproducibility of the 6-minute walk test in obese adults. **Int J Sport Med.** v.30, p.725. 727, 2009.
48. ALLET L, ARMAND S, DE BIE RA, GOLAY A, MONNIN D, AMINIAN K, *et al.* The gait and balance of patients with diabetes can be improved: A randomised controlled trial. **Diabetologia.** v.53, n.3, p.458. 66, 2010.

49. ALLET L, ARMAND S, AMINIAN K, PATAKY Z, GOLAY A, DE BIE RA, *et al.* An exercise intervention to improve diabetic patients' gait in a real-life environment. **Gait Posture** [Internet]. Elsevier B.V.; v.32, n.2, p.185-90, 2010. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.04.013>
50. KRUSE RL, LE MASTER JW, MADSEN RW. Fall and Balance outcomes after an intervention to promote leg strength, balance, and walking in people with diabetic peripheral neuropathy: Feet First+ randomized controlled trial. **Phys Ther.** v.90, n.11, p.1568-79, 2010.
51. SARTOR CD, HASUE RH, CACCIARI LP, BUTUGAN MK, WATARI R, PÁSSARO AC, *et al.* Effects of strengthening, stretching and functional training on foot function in patients with diabetic neuropathy: results of a randomized controlled trial. **BMC Musculoskelet Disord.** v.15, n.137, p.1-13, 2014.
52. MELAI T, SCHAPER N., IJZERMAN TH, WILEMS PJ, DE LANGE TL, MEIJER K, *et al.* Strength training affects lower extremity gait kinematics, not kinetics, in people with diabetic polyneuropathy. **J Appl Biomech.** v.30, n.2, p.221-30, 2014.
53. ULHOA LS, LIMA RCO, CUNHA VNDC, GOMES EB, CAMPBELL CSG, PEDROSA HC. Mobilidade articular de idosos diabéticos e não diabéticos e influência da fisioterapia. **Fisioter em Mov** [Internet]. v.24, n.1, p.99-106, 2011. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-51502011000100011&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-51502011000100011&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)
54. POCINHO M. **Lições de revisão sistemática e metanálise.** São Paulo, 2008.
55. FERREIRA RM., MEJIA DPM. **Fisioterapia no Diabetes Mellitus: Revisão de Literatura.**
56. SALTZMAN CL, NAWOCZENSKI DA. Complexities of foot architecture as a base of support. **J Orthop Sport Phys Ther.** v.21, n.6, p.354-60, 1995.
57. MCPOIL TG, KNECHT HG. Biomechanics of the foot in walking: a function approach. **J Orthop Sport Phys Ther.** v.7, n.2, p.69-72, 1985.
58. KJAER M. Role of extracellular matrix in adaptation of tendon and skeletal muscle to mechanical loading. **Physiol Rev.** v.84, n.2, p.649-98, 2004.
59. GOLDIN A, BECKMAN JA, SCHMIDT AM, CREAGER MA. Advanced glycation end products: sparking the development of diabetic vascular injury. **Circulation.** v.114, n.6, p.597-605, 2006.
60. RAO S, SALTZMAN C, YACK HJ. Segmental foot mobility in individuals with and without diabetes and neuropathy. **Clin Biomech.** v.22, n.4,

- p.464. 71, 2007.
61. FIOŁKOWSKI P, BRUNT D, BISHOP M, WOO R, HORODYSKI M. Intrinsic pedal musculature support of the medial longitudinal arch: an electromyography study. **J Foot Ankle Surg.** v.42, n.6, p.327. 33, 2003.
  62. HEADLEE DL, LEONARD JL, HART JM, INGERSOLL CD, HERTEL J. Fatigue of the plantar intrinsic foot muscles increases navicular drop. **J Electromyogr Kinesiol.** v.18, n.3, p.420. 5, 2008.
  63. VAN SCHIE CHM. A review of the biomechanics of the diabetic foot. **Int J Low Extrem Wounds.** v.4, n.3, p.160, 2005.
  64. ABBOUD RJ, ROWLEY DI, NEWTON RW. Lower limb muscle dysfunction may contribute to foot ulceration in diabetic patients. **Clin Biomech.** v.15, n.1, p.37. 45, 2000.
  65. SACCO IC, AMADIO AC. Influence of the diabetic neuropathy on the behavior of electromyographic and sensorial responses in treadmill gait. **Clin Biomech.** v.18, n.5, p.426. 34, 2003.
  66. GREENMAN RL, KHAODHIAR L, LIMA C, DINH T, GIURINI JM, VEVES A. Foot small muscle atrophy is present before the detection of clinical neuropathy. **Diabetes Care.** v.28, n.6, p.1425. 30, 2005.
  67. ANDREASSEN CS, JAKOBSEN J, ANDERSEN H. Muscle weakness: a progressive late complication in diabetic distal symmetric polyneuropathy. **Diabetes.** v.55, n.3, p.806. 12, 2006.
  68. VEVES A, MURRAY HJ, YOUNG MJ, BOULTON AJ. The risk of foot ulceration in diabetic patients with high foot pressure: a prospective study. **Diabetologia.** v.35, n.7, p.60. 3, 1992.
  69. ZHANG X, ZHANG Y, GAO X, WU J, JIAO X, ZHAO J, *et al.* Investigating the role of backward walking therapy in alleviating plantar pressure of patients with diabetic peripheral neuropathy. **Arch Phys Med Rehabil** [Internet]. Elsevier Ltd; v.95, n.5, p.832. 839, 2014. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2014.01.003>
  70. COURTEMANCHE R, TEASDALE N, BOUCHER P, FLEUXY M, LAJOIE Y, BARD C. Gait problems in diabetic neuropathic patients. **Arch Phys Med Rehabil.** v.77, n.9, p.849. 55, 1996.
  71. MUELLER MJ, MINOR SD, SHARMANN SA, SCHAAF JA, STRUBE MJ. Differences in the gait characteristics of patients with diabetes and peripheral neuropathy compared with age-matched controls. **Phys Ther.** v.74, n.4, p.299. 308, 1994.
  72. KWON OU, MINOR SD, MALUF KS, MUELLER MJ. Comparison of muscle activity during walking in subjects with and without diabetic

- neuropathy. **Gait Posture**. v.18, n.1, p.105. 13, 2003.
73. SALVELBERG HH, ILGIN D, ANGIN S, WILLEMS PJ, SCHAPER NC, MEIJER K. Prolonged activity of knee extensors and dorsal flexors is associated with adaptations in gait in diabetes and diabetic polyneuropathy. **Clin Biomech**. v.25, n.5, p.468. 75, 2010.
74. CAVANAGH PR, SIMONEAU GG, ULBRECHT JS. Ulceration, unsteadiness, and uncertainty: the biomechanical consequences of diabetes mellitus. **J Biomech**. v.26, n.23, p.31. 29, 1993.
75. MULLER MJ, DIAMOND JE, DELITTO A, SINACORE DR. Insensitivity, limited joint mobility, and plantar ulcers in patients with diabetes mellitus. **Phys Ther**. v.69, n.6, p.53. 62, 1989.